

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3410813号
(P3410813)

(45) 発行日 平成15年 5 月26日 (2003. 5. 26)

(24) 登録日 平成15年 3 月20日 (2003. 3. 20)

(51) Int.Cl.⁷ 識別記号

H 0 1 L 21/027

G 0 2 B 5/04

G 0 3 F 7/20

5 2 1

F I

G 0 2 B 5/04

G 0 3 F 7/20

H 0 1 L 21/30

A

5 2 1

5 1 5 D

請求項の数 8 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-100887

(22) 出願日 平成 6 年 5 月16日 (1994. 5. 16)

(65) 公開番号 特開平7-307273

(43) 公開日 平成 7 年11月21日 (1995. 11. 21)

審査請求日 平成13年 4 月20日 (2001. 4. 20)

(73) 特許権者 000115728

リコー光学株式会社

岩手県花巻市大畑第十地割109番地

(72) 発明者 高橋 靖

岩手県花巻市大畑第10地割109番地・リ

コー光学株式会社内

(74) 代理人 100067873

弁理士 樺山 亨 (外 1 名)

審査官 新井 重雄

(56) 参考文献 特開 昭62-118304 (J P, A)

特開 昭62-175087 (J P, A)

特開 昭63-163330 (J P, A)

特開 昭64-6935 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オプティカル・ホモジナイザー

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 板状透明体の片面に、短冊状のプリズム面を、長手方向に直交する方向へ密接して配列し、各プリズム面の傾きを、配列中央部から配列方向両側へ向かって、対称的に漸次増加するように定めることによりプリズム面アレイとなし、

このプリズム面アレイに入射する光束を、プリズム面配列方向において、光束光軸上の所定の領域に集光する機能を持つことを特徴とする、1次元のオプティカル・ホモジナイザー。

【請求項 2】 請求項 1 記載のオプティカル・ホモジナイザーを 2 個、プリズム面アレイにおけるプリズム面の配列方向が互いに交わるようにして、入射光軸方向に前後するように配備され、

入射する光束を、光束光軸上の所定の領域に集光する機

2

能を持つことを特徴とする、2次元のオプティカル・ホモジナイザー。

【請求項 3】 板状透明体の片面に、短冊状のプリズム面を、長手方向に直交する方向へ密接して配列し、各プリズム面の傾きを、配列中央部から配列方向両側へ向かって、対称的に漸次増加するように定めて形成して第 1 のプリズム面アレイとし、

上記板状透明体の他方の面に、上記第 1 のプリズム面アレイと同様の第 2 のプリズム面アレイを、プリズム面の配列方向が、上記第 1 のプリズム面アレイにおけるプリズム面配列方向と交わるように形成してなり、

入射する光束を、光束光軸上の所定の領域に集光する機能を持つことを特徴とする、2次元のオプティカル・ホモジナイザー。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 記載のオプティカル・ホモ

ジナイザーにおいて、

2つのプリズム面アレイにおけるプリズム面配列方向が略直交していることを特徴とする2次元のオブチカル・ホモジナイザー。

【請求項5】請求項1または2または3または4記載のオブチカル・ホモジナイザーにおいて、板状透明体が、 SiO_2 の板であることを特徴とするオブチカル・ホモジナイザー。

【請求項6】請求項1または2または3または4または5記載のオブチカル・ホモジナイザーと、これらによる光束集光位置の像を拡大する拡大光学系とを有することを特徴とするオブチカル・ホモジナイザー。

【請求項7】請求項1または2または3または4または5または6記載のオブチカル・ホモジナイザーにおいて、

プリズム面アレイが、板状透明体の表面に形成されたフォトリソ層に、プリズム面アレイに応じた形状をパターンニングし、パターンニングされた形状を異方性のエッチングにより板状透明体に彫り写すことにより形成されていることを特徴とするオブチカル・ホモジナイザー。

【請求項8】請求項1または2または3または4または5または6記載のオブチカル・ホモジナイザーにおいて、

プリズム面アレイが、プリズム面アレイに応じた型形状を有する型と、板状透明体の表面とにより硬化性樹脂を挟んで、光及び／又は熱により硬化させることにより硬化性樹脂の表面に形成される形状をエッチングにより透明基板に彫り写すことにより形成されていることを特徴とするオブチカル・ホモジナイザー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明はオブチカル・ホモジナイザーに関する。この発明のオブチカル・ホモジナイザーは、フォトリソグラフィの露光用光源や、液晶プロジェクタの液晶用光源として利用できる。

【0002】

【従来の技術】半導体ICの製造に於て、「マスクによりIC回路パターンをウエハに露光する」場合や、液晶プロジェクタに於て、「液晶を照明して液晶上の画像をスクリーン上に投影する」場合等には、一定の面積領域を均一な強度の光で照明する必要が生じる。

【0003】一般に、光源側からの光束は、その光束断面上の光強度が均一な場合は稀であり、通常は、何等かの強度分布を伴っている。このため、一定の面積領域を均一な強度分布の光で照射するには、光源側からの光束の強度分布を均一化（ホモジナイズ）する必要があり、これを実行する光学素子を「オブチカル・ホモジナイザー」と呼ぶ。

【0004】オブチカル・ホモジナイザーは、従来から種々のものが知られているが、中でも実用的と思われる

ものは、特開平3-16114号公報に開示された、

「互いに等価な小径レンズ（エレメントレンズ）を多数、互いに稠密に組み合わせ、押圧力により相互間を不動としてレンズ群（フライアイレンズ）とし、このレンズ群に光源側からの光束を平行光束化して入射させ、各小径レンズにより集光した光束が、発散しつつコンデンサーレンズに入射するようにし、コンデンサーレンズにより、各小径レンズからの光束を平行光束化しつつ、所望の面積領域に照射するように構成した」ものである。

【0005】この場合、精度の悪いエレメントレンズがあると、エレメントレンズを互いに稠密に組み合わせることができないため、エレメントレンズはプリズムに必要とされるような高い精度で形成する必要があり、レンズ群の形成に際しては、エレメントレンズ群を組み合わせつつ、精度の悪いエレメントレンズを、精度の良いエレメントレンズで置き換えて組み合わせしており、レンズ群の形成作業が面倒であり、レンズ群の製造コストの低減が困難であるという問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、容易且つ安価な製造が可能である、新規なオブチカル・ホモジナイザーの提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のオブチカル・ホモジナイザーは1次元のオブチカル・ホモジナイザーであって、板状透明体の片面にプリズム面アレイを形成してなる。

【0008】「プリズム面アレイ」は、短冊状のプリズム面を、長手方向に直交する方向へ密接して配列し、各プリズム面の傾きを、配列中央部から配列方向両側へ向かって、対称的に漸次増加するように定めたものである。

【0009】請求項1記載の、1次元のオブチカル・ホモジナイザーは「プリズム面アレイに入射する光束を、プリズム面配列方向において、光束光軸上の所定の領域に集光」する機能を持つ。

【0010】請求項2記載のオブチカル・ホモジナイザーは「2次元のオブチカル・ホモジナイザー」であって、請求項1記載の「1次元のオブチカル・ホモジナイザー」を2個、「プリズム面アレイにおけるプリズム面の配列方向が互いに交わる」ようにして、入射光軸方向に前後するように配備し、「入射する光束を、光束光軸上の所定の領域に集光する機能を持つ」ように構成したものである。

【0011】請求項3記載のオブチカル・ホモジナイザーは「2次元のオブチカルホモジナイザー」であって、板状透明体の片面に、第1のプリズム面アレイ、他方の面に第2のプリズム面アレイを形成したものである。

【0012】第1および第2のプリズム面アレイは、請求項1記載の1次元のオプティカル・ホモジナイザーのプリズム面アレイと同様に、「短冊状のプリズム面を、長手方向に直交する方向へ密接して配列し、各プリズム面の傾きを、配列中央部から配列方向両側へ向かって、対称的に漸次増加するように定めた」ものであるが、第1および第2のプリズム面アレイは、プリズム面の配列方向が互いに交わるように形成されるのである。

【0013】請求項3記載のオプティカル・ホモジナイザーも、「入射する光束を、光束光軸上の所定の領域に集光する機能」を持つ。

【0014】上記請求項2、3記載のオプティカル・ホモジナイザーにおいては、2つのプリズム面アレイが組み合わせられるが、これら2つのプリズム面アレイは、同一のものでも良いし、互いに異なっても良い。

【0015】また、請求項2または3記載の「2次元のオプティカル・ホモジナイザー」において、2つのプリズム面アレイにおけるプリズム面配列方向は、勿論、互いに略直交させることができる（請求項4）。

【0016】上記1次元または2次元のオプティカル・ホモジナイザーにおいて、プリズム面アレイを形成する「板状透明体」として「SiO₂の板」を用いることができる（請求項5）。

【0017】なお、上記「光軸上の所定の領域」とは、所定の位置で光軸に直交する面積領域の場合もあるし、光軸方向にある程度の幅を持った領域であることもある。

【0018】プリズム面アレイを形成する板状透明体の両面（プリズム面アレイが形成される以前の）は互いに平行でも、非平行でも良い。また、上記請求項1～5記載のオプティカル・ホモジナイザーに入射させる光束（ホモジナイズされるべき光束）は平行光束でもよいし、発散性でも、収束性でもよい。これら、入射光束の形態に応じて、適切なオプティカル・ホモジナイザーを設計できる。

【0019】さらに、上記請求項1～5記載の任意のオプティカル・ホモジナイザーと、これらによる光束集光位置の像を拡大する「拡大光学系」とを組み合わせる別のオプティカル・ホモジナイザーを構成することもできる（請求項6）。

【0020】請求項1～6記載の任意のオプティカル・ホモジナイザーにおいて、「プリズム面アレイ」は、板状透明体の表面に形成されたフォトリソ層に、プリズム面アレイに応じた形状をパターンニングし、パターンニングされた形状を異方性のエッチングにより板状透明体に彫り写すことにより形成することができ（請求項7）、あるいは「プリズム面アレイに応じた型形状を有する型と、板状透明体の表面とにより硬化性樹脂を挟んで、光及び/又は熱により硬化させることにより硬化性樹脂の表面に形成される形状をエッチングにより透明基板に彫

り写す」ことにより、プリズム面アレイを形成することができる（請求項8）。

【0021】プリズム面アレイにおけるプリズム面の幅は、1mm～数mm程度が好適である。板状透明体には、同一もしくは異なる2以上のプリズム面アレイを連設してもよい。

【0022】

【作用】上記のように、この発明のオプティカル・ホモジナイザーは、1以上のプリズム面アレイを用いている。

プリズム面アレイにおける各プリズム面の傾きは、配列中央部から配列方向両側へ向かって、対称的に漸次増加するように定められているから、プリズム面により屈折された光束は、プリズム面アレイにおけるプリズム面の配列中央の側へ偏向されることになり、偏向角は、プリズム面位置が配列中央部を離れるほど大きくなる。

【0023】従って、各プリズム面により偏向させた光束同志を合流させることにより、合流部に光強度が均一な領域を実現できる。

【0024】板状透明体の材料として、請求項5記載のオプティカル・ホモジナイザーのように、SiO₂を用いると、紫外光束に対しても、ホモジナイズ効果を得ることができる。

【0025】

【実施例】以下、実施例を説明する。図1は、請求項1記載の「1次元のオプティカル・ホモジナイザー」の1実施例を説明するための図である。

【0026】図1(a)において、符号10は1次元のオプティカル・ホモジナイザーを示している。オプティカル・ホモジナイザー10は、板状透明体である透明平行平板の片面に、プリズム面P₀, P₁, P₂, . . . P_i, . . . を、図の上下方向へアレイ配列してプリズム面アレイを形成したものである。

【0027】各プリズム面P_i (i = 0, 1, 2, . . .) は図面に直交する方向を長手方向とする短冊状である。プリズム面の配列中央部のプリズム面P₀は、傾きが0であり、その両側（図の上下方向）へ向って中央部から離れるほど、プリズム面の傾きが大きくなっている。

【0028】図1(a)に示すように、ホモジナイズされるべき入射光束LFは、平行光束としてプリズム面アレイの全面にわたって、オプティカル・ホモジナイザー10に直交的に入射するが、光束LFのうち、プリズム面P₀に入射する光束部分（光束断面形状が図面に直交する方向へ長い短冊状の平行光束である）を光束f₀とし、任意のプリズム面P_iに入射する光束部分を光束f_iとする。

【0029】プリズム面P₀は傾きを持たないから、光束f₀は、オプティカル・ホモジナイザー10を、そのまま透過する。一方、プリズム面P_iは傾き角があるため、屈折により光束f_iを偏向させる。偏向された光束

f_i は、面Sの位置において、光束 f_0 と合流する。

【0030】図のように、オブチカル・ホモジナイザー10から面Sまでの距離をL、プリズム面 P_0 と P_i との距離を h_i とする。

【0031】図1(b)は、プリズム面 P_i に入射した光束 f_i が、オブチカル・ホモジナイザー10により、偏向角： θ_i だけ偏向された様子を示している。プリズム面 P_i の傾き角を図示のように「 α_i 」とすると、偏向角： θ_i は、傾き角： α_i と板状透明体の屈折率の関数であり、傾き角： α_i に対し比例的に変化する。即ち、傾き角： α_i が定まると偏向角： θ_i が決まるので、この関係を「 $\theta_i(\alpha_i)$ 」と書くことができる。

【0032】なお、平行光束をオブチカル・ホモジナイザーの平面側から入射させれば、各プリズム面による屈折角が、そのまま偏向角になる。

【0033】さて、任意のプリズム面 P_i に入射した光束 f_i が全て、面S上で光束 f_0 に合流するには、偏向角： $\theta_i(\alpha_i)$ が、関係：

$$\theta_i(\alpha_i) = \tan^{-1}(h_i/L)$$

を満足すればよい。この関係が満足するように、プリズム面 P_i ($i=1, 2, 3, \dots$) の傾き角： α_i を設定すれば、オブチカル・ホモジナイザー10に入射した平行光束LFは全て、面S上で合流することになる。

【0034】今、入射光束LFにおける光強度分布を $F(x, y)$ とし、図1(a)において図面に直交する方向をx方向、図の上下方向をy方向とする。 $F(x, y)$ はy方向において、プリズム面の幅： Δ の範囲内では一様と見做せる程度に緩やかな変化である(一般的な状況である)とすると、プリズム面 P_i における光束 f_i の強度分布は、 $F(x, h_i)$ となるから、面Sにおける光束合流部での光強度分布は、 $\sum F(x, h_i)$ (和はiに就き、全てのプリズム面に就いてとる)となり、y方向には一様となる。

【0035】また、 $F(x, y)$ がxに関して「顕著な規則性」を持たなければ、光束 f_i が合流される状態で、各光束 f_i のx方向の変化が平均されるので、X方向においても合流部における光強度が均一化する場合が多い。特に、1次元LEDアレイからの光のように、1方向に均一な光強度を持つ光束を平行光束化してホモジナイズするような場合、LEDの配列方向を上記x方向に対応させれば、面S上の光束合流部(図1(a)の図面に直交する方向に長い短冊状の領域)で、光強度は至る所均一化される。

【0036】また、プリズム面配列に於ける中央部のプリズム面 P_0 に関し、対称の位置にあるプリズム面の対ごとに、光束 f_0 との合流位置を、光束 f_0 の光軸方向へ、少しづつずらすと「光軸方向における有限領域」で、実質的に光強度分布が均一な状態(上記領域内で、光軸に直交する任意の面上において光強度が均一である)を実現できる。

【0037】図2(a)は、請求項2、4記載の「2次元のオブチカル・ホモジナイザー」の実施例を示している。符号13, 15は、1次元のオブチカル・ホモジナイザーを示す。これらの1次元のオブチカル・ホモジナイザー13, 15は、それぞれ、図1の実施例で説明したオブチカル・ホモジナイザー10と同様のもので、平行平板である板状透明体の片面に、プリズム面アレイが形成されている。

【0038】1次元のオブチカル・ホモジナイザー13, 15を、プリズム面アレイにおけるプリズム面配列方向が互いに略直交するようにして、入射光束LFの光束光軸方向に前後して配備されることにより、2次元のオブチカル・ホモジナイザーを構成している。

【0039】図示のように、入射光束LFを平行光束として、1次元のオブチカル・ホモジナイザー13に入射させると、光束は一方向的に集光しつつ1次元のオブチカル・ホモジナイザー15に入射し、上記集光方向と直交する方向へ集光し、入射光束LFの光軸上の所定の位置において、面積領域17にて合流する。

【0040】1次元のオブチカル・ホモジナイザー15において、中央のプリズム面から数えてj番目のプリズム面の、上記中央のプリズム面からの距離を「 g_j 」とし、1次元のオブチカル・ホモジナイザー13, 15のプリズム面配列方向をそれぞれy, x方向とし、入射光軸の光強度分布を前述の $F(x, y)$ として前述の説明を適用すれば、2次元のオブチカル・ホモジナイザーのホモジナイズ作用により、面積領域17における光強度は、 $\sum \sum F(g_j, h_i)$ (和は、全てのi, jに就きとる)となり、均一な強度になる。

【0041】1次元のオブチカル・ホモジナイザー13, 15のプリズム面アレイにおけるプリズム幅が小さくなるほど「光強度の均一度」は高くなり、光強度は「 $\iint F(x, y) dx dy$ 」に近づく。

【0042】図2(b)は、請求項3、4記載の「2次元のオブチカル・ホモジナイザー」の1実施例を示している。このオブチカル・ホモジナイザー20は、平行平板状の板状透明体の両面に、プリズム面アレイを、プリズム面配列方向が互いに略直交するように形成したものである。このオブチカル・ホモジナイザー20が、図2(a)の2次元のオブチカル・ホモジナイザーと同様の作用を有することは容易に理解されるであろう。

【0043】1次元のオブチカル・ホモジナイザーでは、入射光束は、光束光軸上の所定位置を「スリット状」に照射することになり、このスリット状の非照明部の幅は、プリズム面アレイにおけるプリズム面の幅に等しい。また、図2の2種の2次元のオブチカル・ホモジナイザーでは、均一照射される面積領域(図2(a)で符号17で示す部分)は「矩形状」で、その大きさは2種のプリズム面アレイのプリズム幅により定まる。

【0044】プリズム面の幅を大きくすれば、照明部の

幅（1次元オプティカル・ホモジナイザーの場合）や矩形形状の面積領域（2次元オプティカル・ホモジナイザーの場合）を大きくできるが、これらを大きくするほど、ホモジナイズの効果は低下し、光強度の均一度は低くなる。

【0045】従って、均一な光強度が必要とされるほど、照明部の幅や大きさは小さくなることになる。このような場合には、図2に示すようにオプティカル・ホモジナイザー30（図1における1次元のオプティカル・ホモジナイザー10や、図2における2次元のオプティカル・ホモジナイザー20を説明図的に簡略化して描いている）の後方に拡大光学系31を置き、オプティカル・ホモジナイザー30による光束集光位置33の像を拡大して、所望の照明部32に結像させればよい（請求項6）。

【0046】オプティカル・ホモジナイザー30が1次元のオプティカル・ホモジナイザーの場合は、拡大光学系31はシリンダレンズを組み合わせて構成できる。

【0047】以上、入射光束として平行光束を用いる場合を説明したが、入射光束が発散性でも収束性でも必要な性能を持ったオプティカル・ホモジナイザーを設計できる。また、2次元のオプティカル・ホモジナイザーにおける2つのプリズム面アレイの配列方向は、上記実施例では、互いに略直交するようにしたが、必ずしも相互に直交させる必要はなく、相互に、例えば45度とか60度とかいう角度で交わるようにしてもよい。

【0048】以下は、請求項7、8記載の発明の実施例を説明する。

【0049】図4は、請求項7記載のオプティカル・ホモジナイザーの1実施例の特徴部分を説明するための図である。

【0050】図4（a）において、符号1で示す板状透明体の表面には、ポジ型のフォトレジスト3の層が形成されている。フォトレジスト3の層の上にマスク5を密着させ、マスク5を介して均一光を照射して、フォトレジスト3の層を露光する。

【0051】マスク5は図の左右方向へ、図4（b）に示すような光透過率分布を持つように形成され、図面に直交する方向へは、図4（b）の光透過率分布が均一に続いている。

【0052】露光後、光照射されたフォトレジスト3を除去し、ポストキュアした状態が、図4（c）に示された状態である。フォトレジスト3の表面は、断面形状が鋸歯状の凹凸となっている。

【0053】この状態から、異方性のエッチングを行い、フォトレジスト3の表面形状を板状透明体1の表面に彫り写すと、プリズム面アレイを板状透明体1の表面形状として形成できる（図4（d））。このようにしてプリズム面アレイを形成された板状透明体1は、図1

（a）や図2（a）に示す、1次元のオプティカル・ホモジナイザー10、13、15として使用できる。

【0054】また、板状透明体1の反対側の面に、上記と同様にして、プリズム面アレイを、別面のプリズム面アレイのプリズム配列方向と直交するように形成すれば、図2（b）に示す2次元のオプティカル・ホモジナイザーを実現できる。

【0055】図5は、請求項8記載のオプティカル・ホモジナイザーの1実施例の特徴部分を説明するための図である。

【0056】図5（a）において、符号2で示す「板状透明体」は、SiO₂により形成されている。符号4で示す「型」には、所望のプリズム面アレイに対応した形状が形成されている。

【0057】図5（a）に示すように、板状透明体2の表面と型4とにより「硬化性樹脂」である紫外線硬化樹脂6を挟み、板状透明体2を介して均一紫外光を照射して、紫外線硬化樹脂6を硬化させる。

【0058】硬化後、型4を外すと、図5（b）に示すように、板状透明体2の表面に、硬化した紫外線硬化樹脂6が固着した状態が得られる。紫外線硬化樹脂6の表面には、型4から所望のプリズム面アレイの形状が転写されている。

【0059】この状態から、異方性のエッチングを行い、紫外線硬化樹脂6の表面形状を板状透明体2の表面に彫り写すと、プリズム面アレイを板状透明体2の表面形状として形成できる（図5（c））。このようにしてプリズム面アレイを形成された板状透明体2は、図1（a）や図2（a）に示す、1次元のオプティカル・ホモジナイザー10、13、15として使用できる。

【0060】また、板状透明体2の反対側の面に、上記と同様にして、プリズム面アレイを、別面のプリズム面アレイのプリズム配列方向と直交するように形成すれば、図2（b）に示す2次元のオプティカル・ホモジナイザーを実現できる。

【0061】なお、図4、図5の実施例において、異方性のエッチングの選択比を1とすれば、フォトレジスト3や紫外線硬化樹脂6の表面に形成された形状を、合同的に、板状透明体の表面形状として彫り写せるが、選択比を変えることにより、彫り写される形状の高さとフォトレジストや紫外線硬化樹脂の表面形状の高さの比を、所望の値に調整できる。

【0062】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば新規なオプティカル・ホモジナイザーを提供できる（請求項1～8）。この発明のオプティカル・ホモジナイザーは、上記の如く、板状透明体にプリズム面アレイを形成した構成であるから、容易且つ安価な製造が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1記載の1次元のオプティカル・ホモジナイザーの1実施例を説明するための図である。

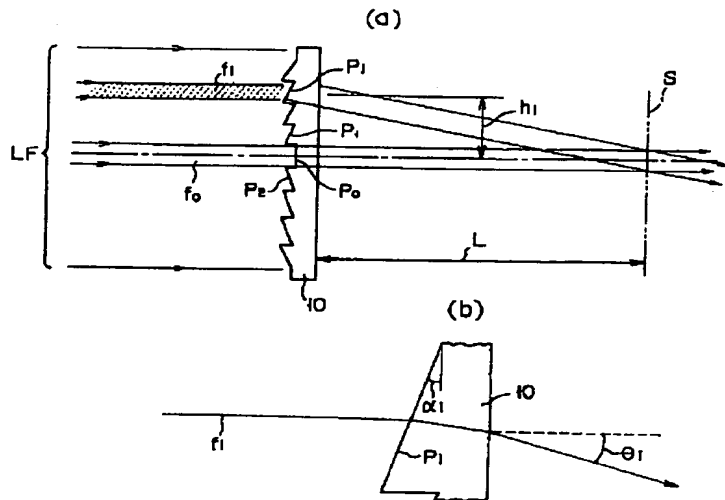
11

【図2】請求項2, 3, 4記載の2次元のオプティカル・ホモジナイザーの実施例を説明するための図である。

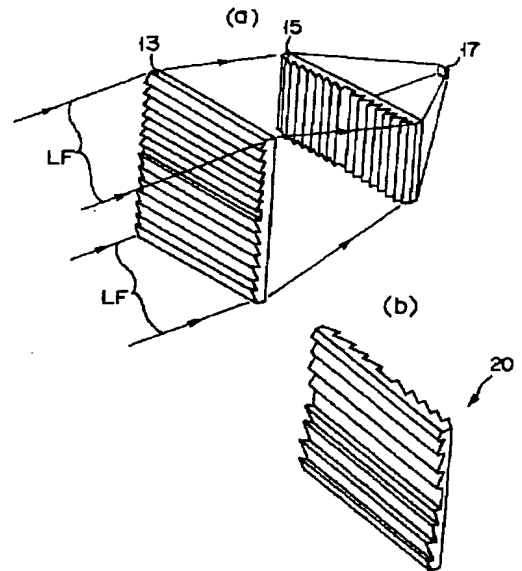
【図3】請求項6記載のオプティカル・ホモジナイザーの実施例を説明するための図である。

【図4】請求項7記載のオプティカル・ホモジナイザーの実施例の特徴部を説明するための図である。

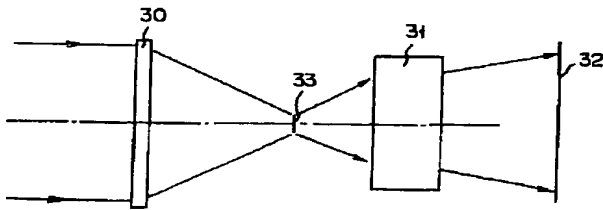
【図1】



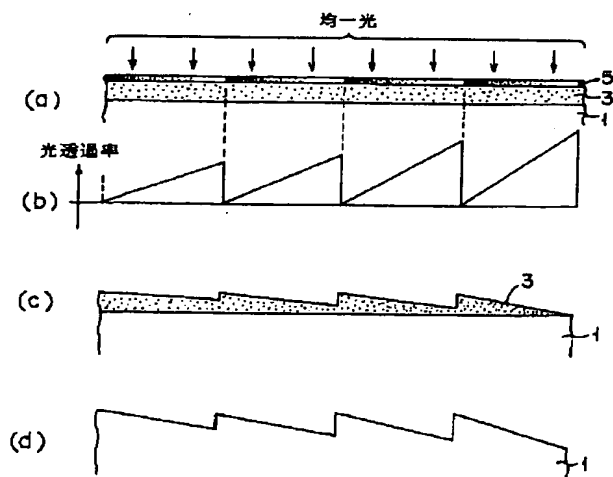
【図2】



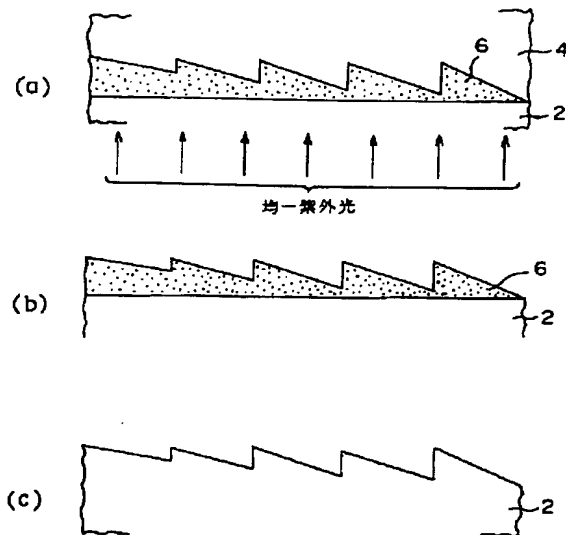
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(58) 調査した分野 (Int. Cl. 7, DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20 521

G02B 5/04